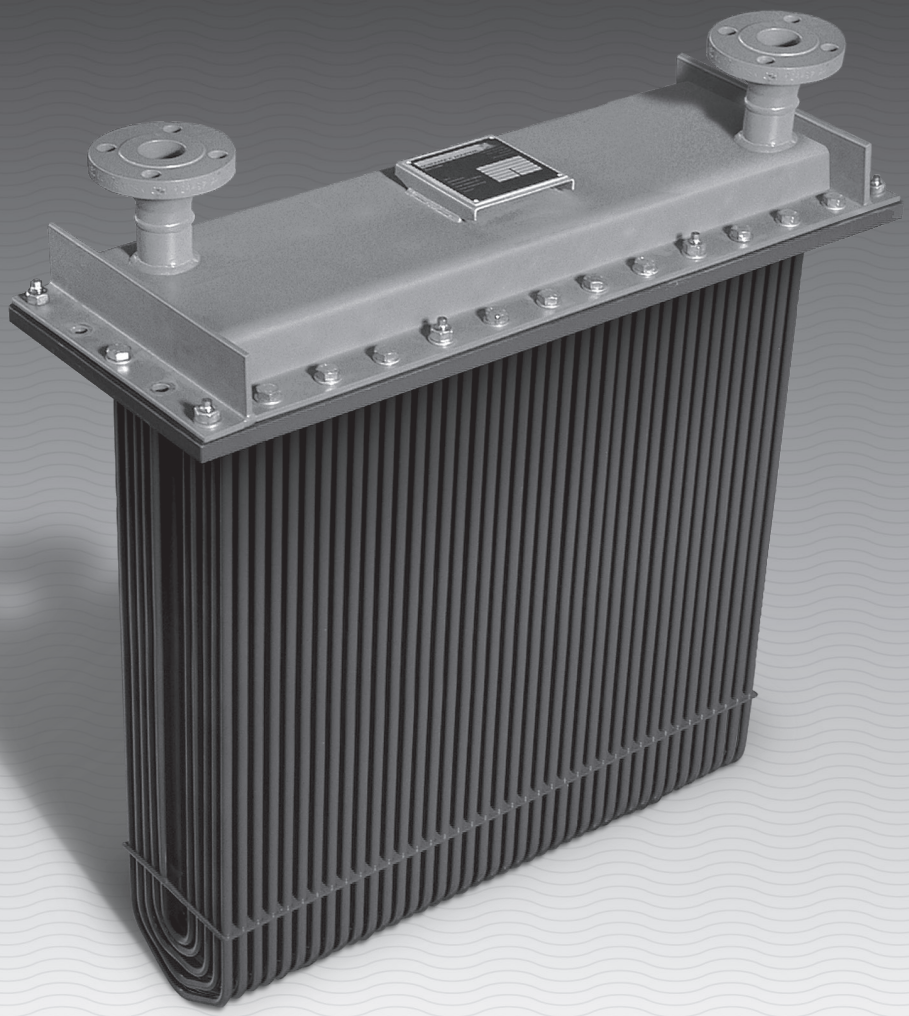
DURAMAX®

Refrigerador



Manual de instalación

Duramax Marine® es una empresa que cuenta con la certificación ISO 9001:2008

DURAMAX MARINE®

No proceda con la instalación o puesta en funcionamiento de este refrigerador sin antes haber leído toda la información que se incluye en este manual.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
1.1. Seguridad 1
2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO, USO PREVISTO, GARANTÍA 1
2.1. Descripción del producto 1
2.2. USO PREVISTO 2
2.3. Garantía 3
2.4. Placa de identificación 3
3. RECEPCIÓN, MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO 4
3.1. Recepción 4
3.2. Instrucciones para el transporte, manipulación y carga 4
3.3. Almacenamiento a corto y largo plazo 4
4. INSTALACIÓN 5
4.1. Diseño de la toma de mar 5
4.2. Soldado de la estructura de montaje en posición 6
4.3. Montaje 7
4.4. Proceso de fijación de las tuberías 11
4.5. Sistemas ICAF 13
5. PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO 14
5.1. Inspeccione el sistema para comprobar que la instalación ha sido satisfactoria 14
5.2. Puesta en marcha y funcionamiento 14
5.3. Parada 14
6. INSPECCIONES, MANTENIMIENTO Y REPARACIONES 15
6.1. Inspecciones durante el funcionamiento del sistema 15
6.2. Inspección interna y conexión de tuberías 16
6.3. Mantenimiento durante cada periodo en dique seco 17
6.4. Pedido de piezas de recambio 18
7. ANOMALÍAS 19
8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 20

1. INTRODUCCIÓN

El presente manual hace referencia a un REFRIGERADOR de Duramax Marine®.

Este manual contiene las instrucciones necesarias para poder efectuar una instalación, puesta en funcionamiento y mantenimiento del refrigerador de forma adecuada y segura.

- **Lea el manual en su totalidad antes de proceder a trabajar sobre el refrigerador así como previamente a su utilización.** [1]
- **Siga todas las instrucciones del presente manual. No seguir las instrucciones del manual puede dar como resultado defectos, un desgaste prematuro, lesiones, desgaste acelerado y otros daños al material.**
- **Asegúrese de que entiende toda la información que contiene el manual. En el caso de que tenga alguna duda, póngase en contacto con Duramax Marine®. Proceder con el proceso de instalación, la puesta en marcha y el mantenimiento del refrigerador sin haber entendido previamente la información presente en el manual puede ser peligroso y dar lugar a un uso indebido del refrigerador.**
- **El manual es una parte integrada del refrigerador, por lo tanto, guárdelo para futuras consultas cerca del refrigerador a lo largo de la vida útil del producto (por ejemplo para la identificación de problemas o mantenimiento).**

1.1. SEGURIDAD

En las secciones pertinentes, los artículos relacionados con la seguridad se indican con un **símbolo de alerta de seguridad.**

Este es el símbolo de alerta de seguridad.

Se utiliza para informarle de que hay un riesgo potencial de sufrir lesiones físicas.

➢ No ignore los mensajes de seguridad que acompañan a estos símbolos, ya que evitarán la posibilidad de que sufra una lesión.

Importantes fugas de agua

El marco de montaje y el haz tubular forman parte del casco de la embarcación.

➢ **No extraiga los pernos (del collar) o del haz tubular cuando se encuentre a flote.**

[1] Además del presente manual, se podrá proporcionar con el refrigerador un manual de instalación para el sistema ICAF. Lea también este manual y siga las instrucciones pertinentes.

2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO, USO PREVISTO, GARANTÍA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La finalidad de un refrigerador es disipar el calor generado por los múltiples procesos que tienen lugar a bordo del barco.

Los tubos del refrigerador están ubicados en el interior de una toma de mar con las ranuras de entrada y salida para el agua fuera de la borda. El haz tubular en forma de U se encuentra por lo tanto rodeado de agua (véase la ilustración 1a).

El agua destinada a refrigerar los motores (u otros líquidos que necesiten ser enfriados) es bombeada a través del refrigerador y enfriada por la circulación forzada de agua procedente de fuera de la borda cuando el navío está navegando. Esto suprime la necesidad de un sistema de refrigeración secundario (bombas, filtros, válvulas, tuberías, etc.).

Cuando el navío se encuentra en posición de reposo, la circulación del agua en la toma de mar se genera de forma natural. La circulación natural se genera debido a las diferencias en la masa específica de agua debido a un gradiente de temperatura.

En lugar de una sección, el enfriador de caja también puede ser ejecutado con dos o tres secciones (véase la ilustración 12b).

Los tubos de latón al aluminio se pueden recubrir con una capa de duroplast resistente al calor. Todo ello previene la erosión galvánica del acero de carbono de la toma de mar (que es el metal menos noble) en el agua del mar.

Este recubrimiento de duroplast también ayudará a prevenir las corrientes parásitas y proteger el refrigerador de la corrosión bajo depósito, que puede desarrollarse bajo las incrustaciones marinas u otros depósitos.

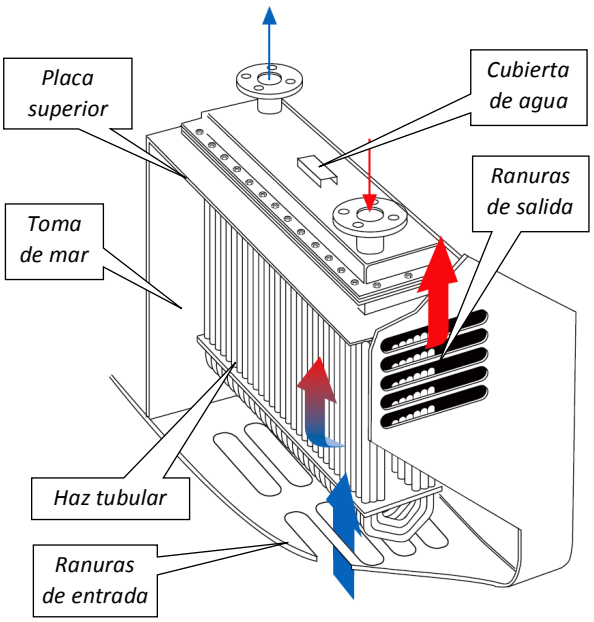


Ilustración 1a. Refrigerador montado de forma transversal

2.1.1. Disposiciones de montaje

El refrigerador podrá instalarse de dos formas diferentes:

- **De forma transversal (de babor a estribor):** es la forma más común para montar el refrigerador (véase la imagen 1a)
- **De forma longitudinal, paralelo a la crujía** (véase la ilustración 3b)

Independientemente del método de montaje elegido, la toma de mar requerirá ranuras de entrada y salida para permitir así el flujo ininterrumpido de agua (véase la sección 4.1).

Existen, además, diferentes métodos para la instalación, en la parte superior o en la parte inferior Véase la sección 4.2.

Para obtener detalles específicos del refrigerador suministrado, consulte las especificaciones técnicas así como las ilustraciones.

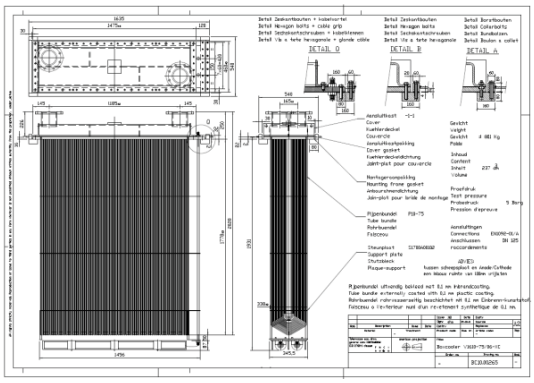


Ilustración 1b. Consulte las ilustraciones proporcionadas.

2.1.2. Prevención del crecimiento biológico marino

A pesar de que los refrigeradores Duramax Marine® necesitan muy poco mantenimiento, están expuestos al agua del mar y pueden ensuciarse. El crecimiento biológico marino (algas, mejillones, percebes y cualquier otro tipo de crustáceos) en la superficie externa de los haces tubulares puede reducir de manera significativa la eficiencia térmica.

El crecimiento biológico marino es un problema más recurrente en aguas litorales que en mar abierto.

Normalmente, se necesita un sistema antiincrustante electrolítico (sistema ICAF[2]) para reducir el indeseable crecimiento biológico marino. Un sistema ICAF libera iones de cobre en el agua del mar, lo que evita que se incruste suciedad marina.

Un sistema ICAF se puede montar en la toma de mar justo debajo del refrigerador. De forma alternativa, el refrigerador se puede suministrar con un sistema ICAF ya integrado. Véase la sección 4.5.

2.2. USO PREVISTO

Normalmente el refrigerador se construye de acuerdo con las especificaciones técnicas que se muestran a continuación.

- **Un uso del refrigerador seguro y sin problemas requiere:**
  - **a) que el refrigerador se utilice para lo que ha sido previsto y en buenas condiciones de funcionamiento,**
  - **b) que las condiciones de funcionamiento se mantengan dentro de los límites del diseño,**
  - **c) que se observen todas las instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento.**
- Únicamente el personal cualificado podrá instalar, poner en marcha y realizar el mantenimiento del refrigerador; dentro de este personal cualificado podemos encontrar ingenieros, operadores y electricistas.
- El refrigerador ha sido diseñado exclusivamente para uso de personal profesional.
- Se supone que el líquido circula en un sistema cerrado y que los inhibidores se añaden (siempre y cuando sean necesarios) para evitar corrosión interna así como la suciedad (tenga en cuenta que la adición de inhibidores puede afectar al rendimiento del refrigerador; compruebe las especificaciones técnicas o póngase en contacto con Duramax Marine® para pedir consejo).
- El usuario es el responsable de garantizar que el contenido del refrigerador sea compatible con el material utilizado para construir el mismo. El material utilizado para la placa de tubos es CuZn38SnAl del mismo modo que para los tubos es CuZn20Al2 (latón al aluminio).
- No se toman medidas especiales para proteger el refrigerador de las cargas cíclicas, resonancias o vibraciones (que generen fatiga), cargas de impacto, golpes de ariete, oleaje, golpes, fuego o relámpagos.
- El uso indebido o una mala interpretación de las directrices proporcionadas en este manual puede invalidar la garantía. Duramax Marine® también rechaza cualquier responsabilidad por lesiones personales o daños materiales como resultado de un mal uso o de la mala interpretación de las directrices de este manual.

[2] Sistema ICAF = sistema antiincrustante de sustancias extrañas.

2.3. GARANTÍA

Consulte la copia adjunta de los términos y condiciones de venta de Duramax Marine®

2.4. PLACA DE IDENTIFICACIÓN

La placa de identificación del refrigerador muestra las limitaciones de las que depende el uso seguro del dispositivo. A continuación se muestra un ejemplo típico de una placa de identificación para un refrigerador.

Los números hacen referencia a:

1 Número de etiqueta indicada por el cliente.

2 Número de identificación del producto y número de fabricación.

3 Año de fabricación y peso total del refrigerador en kg.

4 Las temperaturas de diseño máxima y mínima Consulte las especificaciones técnicas adjuntas para los valores.

5 La presión de diseño máxima y mínima en barg [3]. Consulte las especificaciones técnicas adjuntas para los valores. Por lo general, la presión de diseño es de 3 barg y la presión de prueba, 5 barg.

La presión de diseño es el punto de referencia para el dispositivo limitador de presión (véase sección 4.4.2).

6 El volumen del refrigerador en l (litros).

En el caso de que se suministre un refrigerador de secciones múltiples, los artículos 4, 5 y 6 se muestran para cada sección.

[3] barg *= presión manométrica o exceso de presión, por ejemplo, 0 bar (a) = -1 bar g*

3. RECEPCIÓN, MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTORECEPCIÓN

- El refrigerador se entrega normalmente en una caja de madera. Tras la recepción, abra cuidadosamente la caja y compruebe que todos los artículos se encuentran en la misma (compruébelo con el conocimiento de embarque) e inspeccione todos los artículos para verificar que no están dañados.
- Anote cualquier daño o artículos que falten en el conocimiento de embarque del repartidor y reclame de forma inmediata a la empresa de transporte. Siempre que sea posible, tome fotografías de los daños.
- Póngase en contacto con Duramax Marine® inmediatamente después de haber identificado daños o artículos no enviados.
- Cierre la caja tras la inspección para evitar que los artículos de la misma se pierdan o se dañen.
- Deje el refrigerador dentro de la caja hasta inmediatamente antes de la instalación.

3.2. INSTRUCCIONES PARA EL TRANSPORTE, MANIPULACIÓN Y CARGA

Cargas pesadas

Aplastamientos o lesiones físicas graves causadas por una carga que cae o se balancea debido al un manejo o elevación inadecuada de la misma.

- El transporte, manipulación o carga del refrigerador deberá ser llevado a cabo únicamente por personal cualificado.
- Utilice equipos de elevación con la capacidad de elevación y accesorios de elevación apropiados con ganchos y grilletes adecuados para las disposiciones de elevación.
- Manténgase alejado de la carga.
- Lleve puestos casco y zapatos de seguridad.

- Levante el haz tubular únicamente por cuatro pernos M16 [4] (DIN 580) Ajústelos en los 4 orificios roscados en la placa de tubos especialmente diseñada para esto. En el caso de que sea necesario, se podrán ajustar los pernos con las arandelas apropiadas. No inserte la punta de un gancho en los pernos, use un grillete. Proceda a la elevación utilizando únicamente los 4 pernos de forma simultánea (véase la ilustración 2). No inserte la punta de un gancho en los pernos, use un grillete.
- Eleve la cubierta de agua únicamente por los 4 orificios proporcionados en los extremos de la placa (véase la ilustración 2).
- **Preste atención al peso.** El peso del refrigerador se muestra en las especificaciones técnicas al final de este manual, así como en la placa de identificación.
- No utilice toberas, bridas o cualquier pieza prominente para mover o elevar el refrigerador.
- **Evite dañar el refrigerador, especialmente el recubrimiento duroplast.** Un recubrimiento dañado (también pequeños daños) provocará una aceleración de la erosión galvánica. Los daños menores pueden ser retocados mediante un kit de reparación especial de dos componentes; dicho kit se puede pedir adquirir en Duramax Marine®.
- Evite los impactos y las caídas.
- Preste atención a su centro de gravedad, no lo mueva o incline.

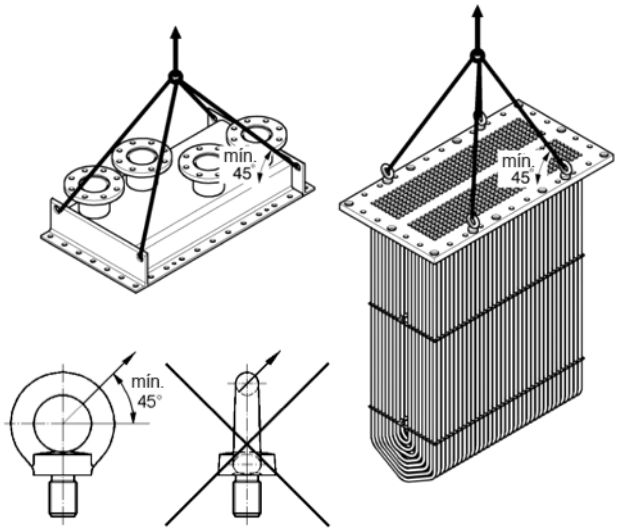


Ilustración 2. Elevación de la cubierta de agua y del haz tubular.

3.3. ALMACENAMIENTO A CORTO Y LARGO PLAZO

Puede que el refrigerador, necesite ser almacenado durante un período prolongado antes de su instalación.

- Deje el refrigerador dentro de la caja de madera en la que se suministró para protegerlo contra cualquier tipo de daño.
- Mantenga la caja en un lugar seco y bien ventilado, resguardado de las condiciones meteorológicas, preferiblemente en un sitio de interior.
- Evite exponer el producto a grandes fluctuaciones de temperatura para evitar así que la condensación ambiental y la humedad entren en el refrigerador.
- No almacene otros objetos encima de la caja.
- No utilice la caja como una ayuda para llegar a alturas de difícil acceso.

[4] Los pernos no forman parte de los artículos suministrados por Duramax Marine®.

4. INSTALACIÓN

Funcionamiento peligroso

Una instalación inadecuada o efectuada por personal no cualificado puede dar como resultado un funcionamiento peligroso, defectuoso y que además acelere la erosión.

- La instalación del refrigerador debería ser efectuada únicamente por personal cualificado así como ingenieros, soldadores y electricistas.

Para instalar el refrigerador hay que seguir los siguientes pasos:

1. Diseñar y preparar la toma de mar.
2. Soldar el marco de montaje.
3. Instalar el haz tubular y la cubierta de agua.
4. Preparar la instalación del sistema de tuberías, incluyendo la selección e instalación de los dispositivos de seguridad para evitar sobrepresiones y sobrecalentamiemtos.
5. Instalación eléctrica de un sistema ICAF (opcional).

4.1. DISEÑO DE LA TOMA DE MAR

El refrigerador puede colocarse tanto en posición transversal como longitudinal:

1. **De forma transversal (de babor a estribor):** es la forma más común para montar el refrigerador. El refrigerador se instalará entre los marcos ya existentes del navío (véase la ilustración 3a).
2. **De forma longitudinal (paralelo a la crujía):** este método es menos popular, ya que los marcos tienen que tener un diseño abierto para permitir posteriormente la instalación de la toma de mar (véase la ilustración 3b).
3. Asegúrese de que la placa superior de la toma de mar está en o por debajo de la línea de flotación cuando el buque está vacío. Esto permitirá garantizar que el haz tubular esté completamente rodeado por agua (marina) en todo momento.
4. Compruebe que la toma de mar cuenta con una ventilación apropiada para evitar que el aire se quede atrapado en su interior, ya que esto reduciría la capacidad de transmisión de calor. Se sugiere que se suelde una tubería gruesa en la placa superior con un diámetro interior mínimo de 70 mm.
5. Deje un espacio libre de unos 80 mm entre el haz tubular y cualquiera de las partes de la construcción del navío para un refrigerador recubierto y 100 mm para un refrigerador sin recubrimiento.

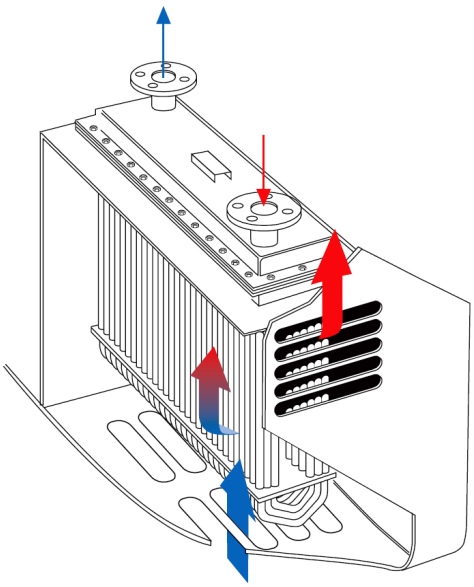


Ilustración 3a. Montaje transversal.

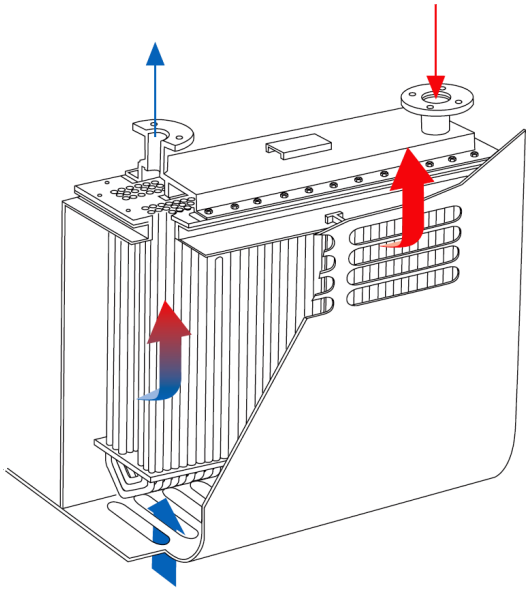


Ilustración 3b. Montaje longitudinal.

6. Las ranuras de entrada se sitúan en la base de la toma de mar y están posicionadas de forma transversal (de babor a estribor).
7. Las ranuras de salida se encuentran en la pared externa del caso y están posicionadas longitudinalmente (paralelas a la crujía) justamente debajo de la superficie superior de la toma de mar, y deberán permanecer por debajo de la línea de flotación cuando el navío esté vacio.
8. El número de ranuras dependerá de muchos factores: velocidad, servicio, forma etc.

   La anchura de dichas aberturas es de 50 mm, pero la longitud de las mismas dependerá, a su vez, de la holgura que permita la estructura del barco. Una abertura típica en el casco de la embarcación sería de 50 x 400 mm = 20.000 mm^2 o **2 dm^2**.

Para una alta temperatura (HT) de circuito, proporcione **6 dm^2 de ranuras de entrada por cada 100 kW** de rechazo de calor.

Para una baja temperatura (HT) de circuito, proporcione **9 dm^2 de ranuras de entrada por cada 100 kW** de rechazo de calor.

El área **de las ranuras de salida** debe ser igual al **80%** de las ranuras de entrada.

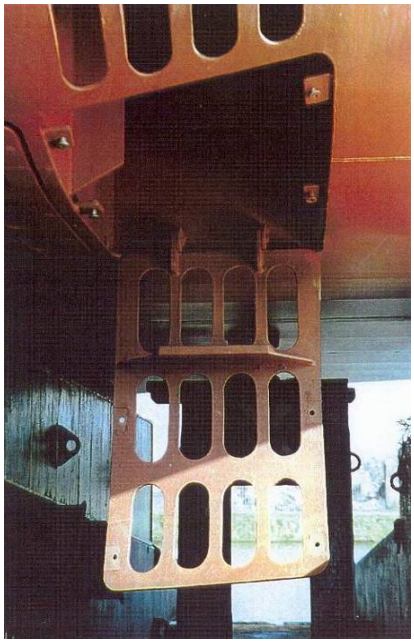


Figura 4. Ejemplos de ranuras de entrada en una escotilla (para ser utilizadas como abertura de inspección / registro).

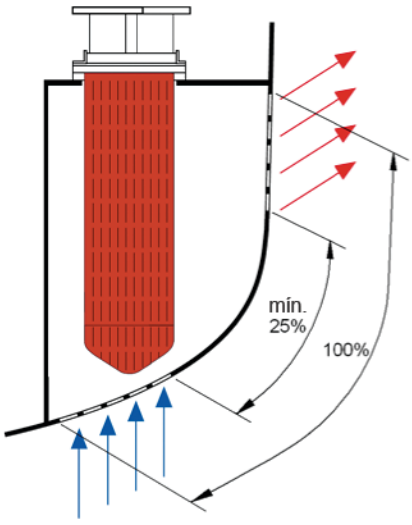


Figura 5. Mantener un área cerrada entre las ranuras de entrada y salida de al menos 25% de la sección del casco.

9. En caso de que estas ranuras no sean posibles, haga tantas aberturas como sea posible. Coloque las ranuras de entrada tan bajo como sea posible y las de salida lo más alto posible. Asegúrese de que hay una superficie cerrada de la toma de mar entre las ranuras de entrada y salida de al menos 25% de la longitud total del tubo (véase la ilustración 5).

   En caso de duda póngase en contacto con Duramax Marine® para obtener consejo así como para el envío de un plano de la toma de mar.

10. Todos los materiales para la toma de mar, incluyendo la placa superior así como la estructura de montaje (suministrada), deberán contar con un grosor igual que el resto de las placas del buque.

11. El haz tubular está hecho de una aleación de cobre. Estos metales son más nobles que el acero de carbono de la toma de mar. Sin una protección adecuada, esto pude dar lugar a erosión galvánica grave en la toma de mar, debido a las corrientes galvánicas que se generan entre el haz tubular y la toma de mar, en la que el agua (marina) hace las veces de electrolito.

    Para proteger la toma de mar de la erosión galvánica **todas las áreas de metal de la misma deberán estar bien conservadas.** Además, se recomienda instalar ánodos de protección.

12. Asegúrese de que el espacio que queda disponible por encima del refrigerador es suficiente para llevar a cabo la instalación, limpieza y tareas de mantenimiento así como inspecciones varias (véase también la sección 6).

    Los refrigeradores instalados en la parte superior también requieren espacio suficiente para la instalación y retracción del haz tubular.

4.2. SOLDADO DE LA ESTRUCTURA DE MONTAJE EN POSICIÓN

Una vez se ha soldado la estructura de montaje, ya es una parte más del casco del buque. Todos los refuerzos, tensores, material del casco y grosor han de ser definidos por el astillero.

Todo el procesos de soldadura deberá llevarse a cabo de acuerdo con los requisitos aplicables de la normativa de la Sociedad de Clasificación.

Para las uniones en T se recomienda usar soldaduras con biselado doble (soldaduras en K) para minimizar la distorsión (véanse las ilustraciones 9 y 10).

Evite daños en el refrigerador. No suelde en o cerca de la estructura de montaje cuando el refrigerador ya haya sido instalado.

En el caso de que una estructura de montaje no sea parte del pedido, utilice el patrón de pernos de la cubierta de agua como una plantilla de perforación.

1) Mueva la caja de madera con el refrigerador y todas las piezas relacionadas a la ubicación de la toma de mar.

2) Extraiga la estructura de montaje de acero de carbono de la caja de madera (tenga en cuenta que existen configuraciones diferentes, véanse en las secciones 4.3.1, 4.3.2 y 4.3.3).

3) Una vez haya extraído la estructura de montaje, cierre la caja para evitar que los artículos que permanecen en ella se pierdan o se dañen.

4) Coloque la estructura de montaje sobre / en la apertura de la placa superior de la toma de mar.

5) Para evitar que se produzcan deformaciones durante el proceso de soldadura final, realice una soldadura por puntos en primer lugar (véase la ilustración 6).

   Compruebe la uniformidad. La desviación máxima relativa a la anteriormente mencionada uniformidad después de la soldadura es de 3 mm. El exceso de deformación puede causar fugas, ya que no es posible hacer una conexión hermética.

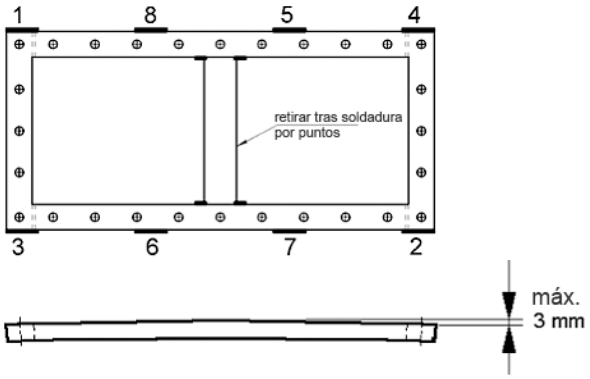


Figura 6. Soldado del marco de montaje.

6) Complete la soldadura final. Asegúrese de que la soldadura por puntos no interfiere en la finalización del proceso de soldadura final.

7) **Una vez soldada, la estructura de montaje y la toma de mar deberán ser debidamente recubiertas.**

   ¡Proteja el haz tubular de la pintura!

   ¡No recubra las placas catódicas del sistema ICAF! (siempre que proceda)

4.3. MONTAJE

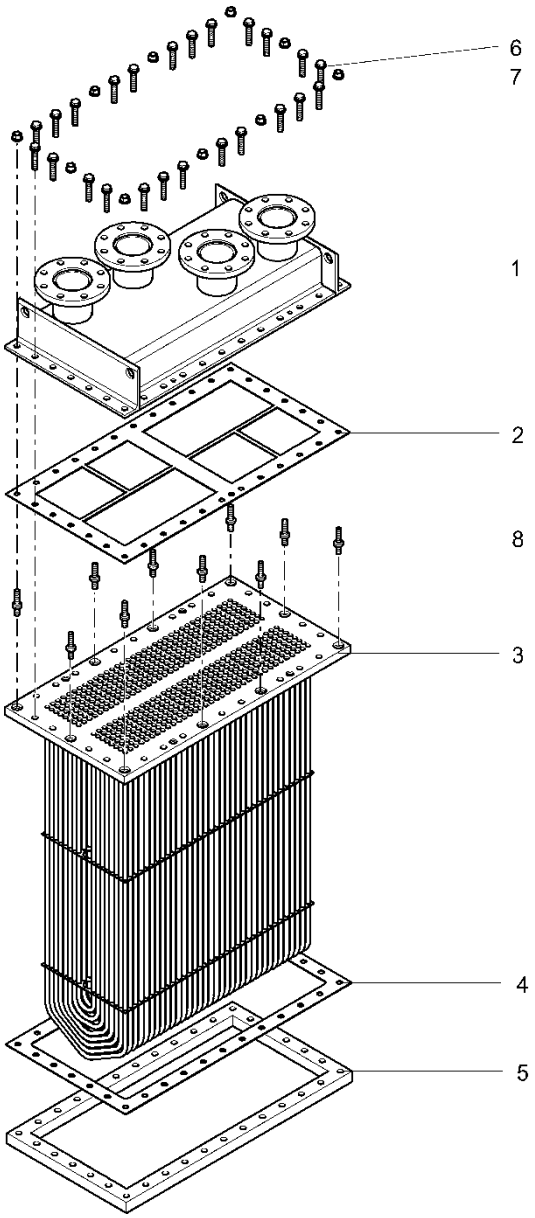
El refrigerador podrá instalarse de dos formas diferentes:

- Desde arriba (se montará en la parte superior), véase la sección 4.3.1.
- Desde abajo (se montará en la parte inferior), véase la sección 4.3.2.

  Los refrigeradores instalados en la parte inferior se suministran con un cabezal en lugar de con una brida de montaje independiente (véase la sección 4.3.3).

La ilustración 7 muestra una vista desarrollada de un refrigerador montado en la parte superior; la ilustración 8a muestra una sección trasversal en detalle.

Los pernos del collar se utilizan para fijar el haz tubular a la estructura de montaje. Esto permite la extracción de la cubierta de agua sin tener que aflojar el haz tubular .



1 *Cubierta de agua*
2 *Juntas entre la cubierta de agua y el haz tubular.*
3 *Haz tubular*
4 *Juntas para la estructura o marco de montaje* [5]
5 *Estructura de montaje (soldada a la caja de aspiración de mar)*
6 *Perno (hexagonal estándar)*
7 *Tuerca*
8 *Perno del collar*

Figura 7. Vista desarrollada del refrigerador (montado en la parte superior)

4.3.1.

1) Extraiga de la caja de madera el haz tubular junto con los materiales de montaje (véanse las

[5] Ambas juntas están hechas de SBR (caucho de estireno-butadieno).

instrucciones de la sección 3.2). Cierre la caja para evitar que los artículos que permanecen en ella se pierdan o se dañen.

2) Inspeccione cuidadosamente el haz tubular antes de proceder con la instalación. El transporte o una manipulación inadecuada puede haber causado daños en las tuberías o el recubrimiento. Si observa daños, póngase en contacto con Duramax Marine®.

3) Limpie las superficies de las juntas y asegúrese de que no tienen ningún tipo de defecto (rebabas, fisuras, abolladuras, etc.).

4) Coloque la estructura para juntas de montaje (articulo 5 de la ilustración 8a) en la estructura o marco de montaje.

   Asegúrese de que la junta está limpia.

   No utilice sellador, grasa, pegamento o cualquier otro agente al instalar la junta de SBR.

5) Acerque cuidadosamente el haz tubular a la toma de mar.

   No dañe los tubos ni el recubrimiento. ¡Un recubrimiento dañado puede reducir la vida útil del refrigerador y acelerar de la erosión galvánica de la toma de mar!

6) Coloque los pernos del collar suministrados en los orificios apropiados de la placa de tubos y ajústelos manualmente (véase la ilustración 8a).

7) Apriete los pernos del collar de forma alterna y transversal (véase la sección 4.4.4) con una llave dinamométrica para garantizar un ajuste equilibrado de las juntas

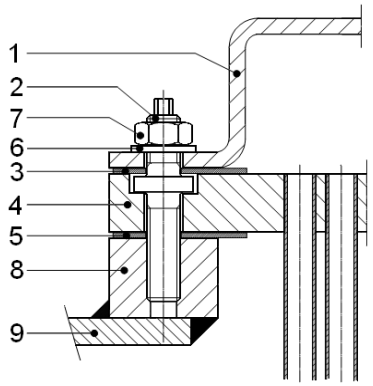
   Consulte la sección 4.4.4 para los pares de apriete.

   Tenga en cuenta que los pernos del collar deben garantizar un sellado hermético cuando se retira la cubierta de agua.

8) Una vez se han ajustado los pernos del collar, se puede proceder con la instalación de la cubierta de agua.

   Continúe con la sección 4.4.

Además de una instalación en la parte superior, existen otros dos métodos para la instalación del refrigerador. Dichos métodos se describen en las dos secciones siguientes.



1 *Cubierta de agua*
2 *Perno del collar*
3 *Juntas entre la cubierta de agua y el haz tubular.*
4 *Haz tubular*
5 *Juntas para la estructura o marco de montaje*
6 *Arandelas*
7 *Tuerca*
8 *Estructura de montaje en la placa superior*
9 *Placa superior de la caja de aspiración de mar*

Ilustración 8a. Disposición de montaje en la parte superior, pernos del collar.

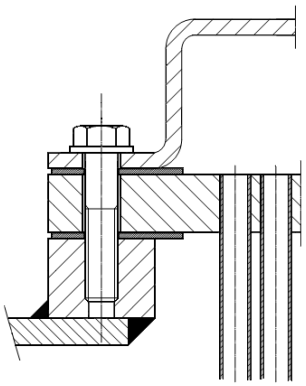


Ilustración 8b. Disposición de montaje en la parte superior, pernos estándar.

4.3.2. Método de montaje en la parte inferior

Cuando se suministra un refrigerador de montaje en la parte inferior, el haz tubular se montará también desde la parte inferior.

Es por ello que se creará una escotilla en el casco del buque, a través de la cual se conectará el haz tubular con la toma de mar (véase la ilustración 4)

En este caso se proporcionarán dos estructuras:

- La estructura 1 es la estructura que se ha de soldar en la placa superior de la toma de mar (artículo 2 de la ilustración 9a).
- La estructura 2 es la que se utilizará como interfaz, para atornillar el haz tubular a la estructura de montaje (artículo 2 del la ilustración 9a).

La ilustración 9a muestra los pernos del collar; del mismo modo, la ilustración 9b muestra los pernos estándar para la cubierta de agua.

1) Suelde la estructura de montaje (estructura 1) en la posición correcta de acuerdo con las instrucciones de la sección 4.2.
2) Extraiga el haz tubular (estructura 2), la junta y los materiales de montaje de la caja de madera, inspeccionélos y limpie las piezas de acuerdo con las instrucciones proporcionadas en la sección 4.3.1.
3) Coloque la junta, que se utiliza entre la estructura 2 y la placa de tubos, encima de la estructura 2. Compruebe que las superficies de la junta y la junta en sí están limpias.

   No utilice sellador, grasa, pegamento o cualquier otro agente al instalar la junta de SBR.
4) Fije la estructura 2 a la placa de tubos con los pernos del collar suministrados.
5) Coloque la junta, que se utiliza entre la estructura y el haz tubular, encima de la placa de tubos.
6) Levante el haz tubular mediante cuatro pernos M16 (véase la ilustración 2). Véase la técnica de levantamiento "1" de la ilustración 10c.
7) Fije el subconjunto (haz tubular con la estructura 2) a la estructura o marco de montaje mediante los pernos M12 suministrados

   Consulte la sección 4.4.4 para los pares de apriete.
8) Una vez se han ajustado los pernos del collar, se puede proceder con la instalación de la cubierta de agua.

   Continúe con la sección 4.4.

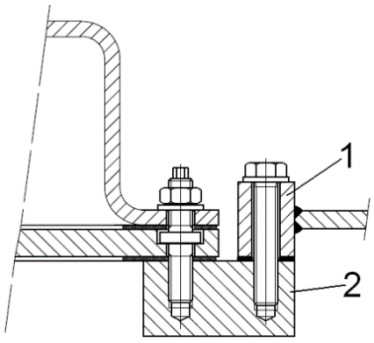


Ilustración 9a. Disposición de montaje en la parte inferior con pernos del collar.

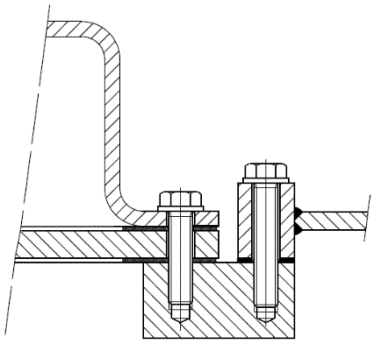


Ilustración 9b. Disposición de montaje en la parte inferior con pernos estándar.

4.3.3. Montaje haciendo uso de un cabezal

La cubierta de agua puede estar compuesta de dos partes diferentes: un cabezal rectangular (artículo 2 de la ilustración 10a) con una cubierta plana (artículo 1 la ilustración 10a).

El cabezal rectangular se soldará directamente a la placa superior de la toma de mar (de acuerdo con las directrices proporcionadas en la sección 4.2). En este caso, pues, no habrá estructuras de montaje independientes.

Una vez se haya soldado el cabezal en la placa superior, el haz tubular (artículo 3 de la ilustración 10a) se instalará desde la parte inferior y el cabezal desde la parte superior.

La ilustración 10a muestra un tornillo Allen que permanecerá inamovible cuando se extraiga la cubierta. La ilustración 10b muestra los pernos estándar.

Tenga en cuenta que los tornillos Allen, al igual que los pernos del collar, deben garantizar un sellado hermético cuando se retira la cubierta de agua.

Montaje e instalación del haz tubular:

1) Extraiga el haz tubular, la junta y los materiales de montaje de la caja de madera, inspeccionélos y limpie las partes de acuerdo con las instrucciones proporcionadas en la sección 4.3.1.

2) Coloque la junta, que se utiliza entre el cabezal y el haz tubular, encima de la placa de tubos. Compruebe que las superficies de la junta y la junta en sí están limpias.

   No utilice sellador, grasa, pegamento o cualquier otro agente al instalar la junta de SBR.

3) Levante el haz de tubos (consulte la ilustración 2) hasta que quede justo por debajo del cabezal, dejando al mismo tiempo espacio suficiente para extraer los pernos (véase "1" de la ilustración 10c).

4) Luego sustituya los pernos utilizando 4 varillas roscadas largas con tuercas. Inserte 4 varillas roscadas M12 a través de las esquinas del cabezal y ajústelas en los orificios roscados correspondientes de la placa de tubos.

   Fije el haz tubular colocando tuercas en las varillas roscadas.

5) Una vez hecho esto, podrá extraer el equipo elevador y los pernos.

6) Tire del haz tubular hacia el cabezal. Podrá hacer esto fijando las 4 tuercas de manera uniforme, o simplemente poniendo 4 argollas forjadas (M12) en las varillas roscadas y levantando el haz con un dispositivo elevador.

   Vaya apretando las tuercas durante el proceso de elevación para fijar la posición del haz tubular.

7) Finalmente, ajuste el haz tubular con los tornillos Allen; para ello véase la ilustración 10a.

Las varillas roscadas, los pernos y las arandelas no forman parte de los artículos suministrados por Duramax Marine®. La longitud requerida de las varillas roscadas es de 0,5 a 1,0 m (en función del tamaño del refrigerador y de la forma en que se eleve el haz tubular).

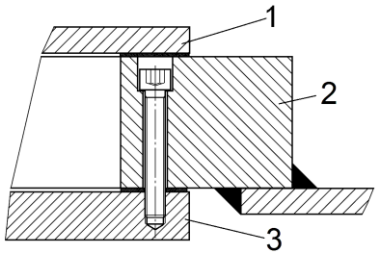


Ilustración 10a. Disposiciones de montaje con cabezal (2), cubierta plana (1), placa de tubos (3) y tornillos Allen.

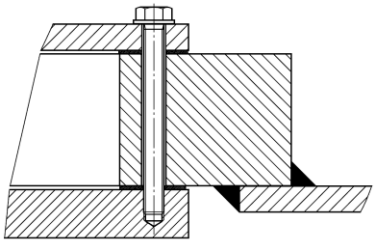


Ilustración 10b. Disposiciones de montaje con cabezal, cubierta plana y pernos estándar.

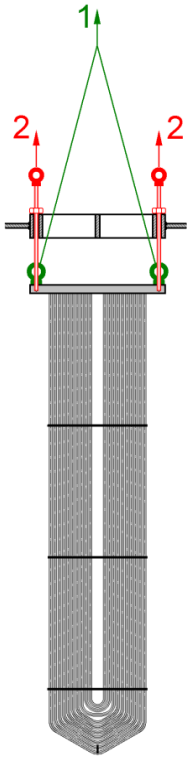


Ilustración 10c. Elevación del haz tubular hacia el cabezal en la placa superior.

4.3.4. Montaje de la cubierta de agua

1) Extraiga de la caja de madera la cubierta de agua con la junta así como los materiales de montaje (véanse las instrucciones de la sección 3.2).

2) Inspeccione la cubierta de agua antes de proceder a la instalación, especialmente el recubrimiento. Retoque cuando sea necesario.

3) Limpie las superficies de las juntas y asegúrese de que no tienen ningún tipo de defecto (rebabas, fisuras, abolladuras, etc.).

4) Coloque la junta entre la cubierta de agua y el haz tubular (artículo 2 de la ilustración 7). Compruebe que la partición se corresponde con los planos y con la cubierta de agua.

   Asegúrese de que la junta está limpia.

   No utilice sellador, grasa, pegamento o cualquier otro agente al instalar la junta de SBR.

5) Coloque cuidadosamente la cubierta de agua en la posición correcta. Verifique la orientación, consulte los planos suministrados si lo estima necesario.

   Extreme la precaución con el peso. Tenga cuidado de no dañar el recubrimiento, la junta o la superficie de la misma.

6) Coloque los pernos suministrados y las tuercas para los pernos del collar en los orificios y apriételos de forma manual (véanse las ilustraciones 8a y 8b).

7) Apriete todos los pernos y tuercas de forma alterna y transversal con una llave dinamométrica para garantizar un ajuste equilibrado de las juntas

   Consulte la sección 4.4.4 para los pares de apriete.

La cubierta de agua puede pintarse por la parte exterior.

No pinte el interior de la cubierta de agua. La pintura puede cuartearse debido a los fluidos y obstruir los tubos.

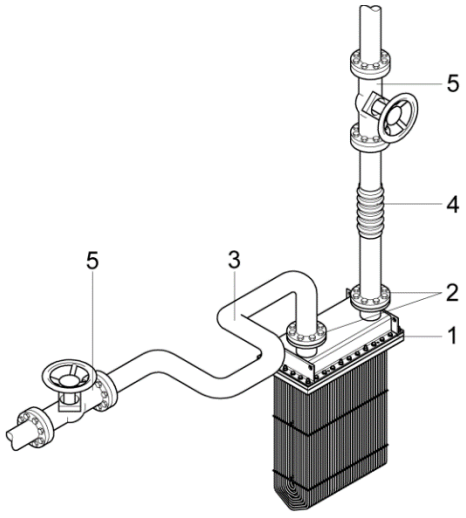


Figura 11. Instalación de tuberías típica con un bucle de dilatación (3), una junta de dilatación (4) y válvulas de servicio (5), conectada a las bridas del refrigerador (1 y 2).

4.4. PROCESO DE FIJACIÓN DE LAS TUBERÍAS

Compruebe que todas las tuberías están fijadas al refrigerador sin que esto suponga una transmisión de la carga y las vibraciones (de las tuberías) al mismo.

Instale dispositivos de seguridad para evitar el exceso de presión y el sobrecalentamiento (véase la sección 4.4.2).

4.4.1. Diseño de las tuberías

- Asegúrese de que las tuberías cuentan con la sujeción suficiente, **independientemente de la que ofrece el refrigerador**; compruebe que están fijadas lo más cerca posible del mismo.
- Evite que se transfieran las vibraciones de las tuberías al intercambiador de calor. Siempre que sea necesario, instale compensadores que puedan absorber las vibraciones.
- Asegúrese de que el sistema de tuberías está preparado para soportar la dilatación y contracción térmica del refrigerador y las tuberías adyacentes al mismo. Asegúrese de que el sistema de tuberías cuenta con la flexibilidad apropiada (por ejemplo mediante la instalación de bucles y juntas de dilatación, véase la ilustración 11).

  El sistema de sujeción de la tubería también deberá soportar los movimientos de las mismas.
- Evite una mala alineación en las tuberías, ya que esto podría causar cargas en las toberas. Tenga en cuenta que las juntas de dilatación y los compensadores mencionados anteriormente también ayudarán a prevenir la mala alineación.
- Una instalación adecuada se traducirá en un drenaje y ventilación seguros del refrigerador.

  Ajuste las válvulas de ventilación en altura para poder así realizar purgas del sistema. Una purga del sistema es necesaria para garantizar la transmisión de calor y prevenir así los golpes de ariete. La ventilación es también necesaria para permitir que se complete el drenaje del refrigerador.

  Se requiere drenaje para permitir el mantenimiento seguro y, en su caso, para evitar la congelación durante períodos de parada (véase sección 5.3).
- Instale válvulas de servicio manual o desvíos en las tuberías de alimentación y de retorno para permitir el aislamiento del refrigerador de las tuberías de alimentación. De este modo, se podrá llevar a cabo una inspección y mantenimiento seguro sin tener que apagar o drenar un sistema mayor (véase la ilustración 11).
- Instale, siempre que sea necesario, dispositivos de medición para controlar la presión, la temperatura y/o el caudal durante el funcionamiento. Fije los dispositivos cerca del refrigerador para medir con precisión.

4.4.2. Dispositivos de seguridad a instalar

Un exceso de presión o el sobrecalentamiento pueden causar fugas en el refrigerador, roturas o incluso explosión.

1) Coloque un dispositivo limitador de presión de tamaño y escala adecuados (por ejemplo una válvula de seguridad).

   La presión establecida deberá garantizar que ninguna parte del refrigerador soportará presiones por encima de la presión para la cual ha sido diseñado (véase la sección 2.4).

2) Asegúrese que se realizan controles para prevenir que se exceda la temperatura máxima permitida (siempre que sea necesario por el proceso).

4.4.3. Conexión las tuberías al refrigerador

1. Asegúrese de que las tuberías están limpias antes de ser fijadas a las toberas, de modo que no entre suciedad o partículas (metálicas) en el refrigerador.
2. Extraiga todas los tapones de protección, cubiertas de transporte, etc. del embalaje del refrigerador.
3. Compruebe que todas las superficies de las juntas de las bridas y las aberturas de las toberas están limpias y sin defectos (rebabas, fisuras, abolladuras, etc.)
4. **No fuerce el alineamiento de las tuberías**. Asegúrese de que las superficies de las bridas del refrigerador así como las de las tuberías están posicionadas de forma paralela.
5. Utilice juntas de tamaño adecuado y de la clase de presión apropiada para las temperaturas de trabajo y para todos los fluidos utilizados. Se recomienda el uso de juntas de anillo de grafito.
6. Compruebe que las juntas están bien centradas y apriete los pernos de las bridas de forma alterna y transversal para garantizar una fijación equilibrada de las juntas (véase la sección 4.4.4).

4.4.4. Pares de apriete

Los pernos y las tuercas de las cubiertas de agua así como de las bridas deberán ser apretados durante el proceso de instalación y de mantenimiento o cuando las juntas sufran fugas.

Lubrique las roscas de los pernos o fijaciones y la superficie de las tuercas adyacente a las bridas o arandelas. El ajuste de los pernos deberá ser efectuado de forma "diagonal" con una llave dinamométrica en al menos cuatro pasos; véase la tabla 1 y las ilustraciones 12a, b, c y d.

En el caso de que produzcan fugas, el ajuste de los partes de apriete se puede aumentar en un 15%, aproximadamente.

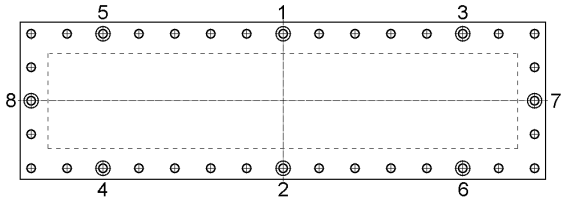


Ilustración 12a. Orden a seguir para apretar los pernos del collar

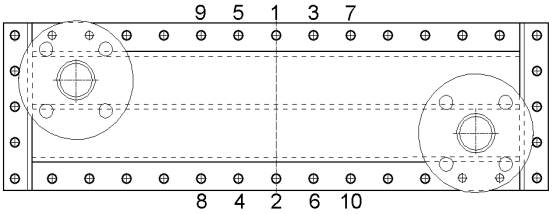


Ilustración 12b. Orden a seguir para apretar los pernos de la cubierta de agua de una única sección del refrigerador. Comience por el centro.

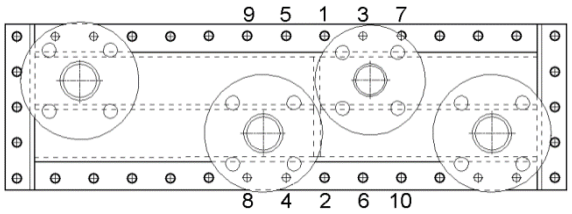


Ilustración 12c. Orden a seguir para apretar los pernos de la cubierta de agua de una sección doble o triple del refrigerador. Comience desde una partición (central).

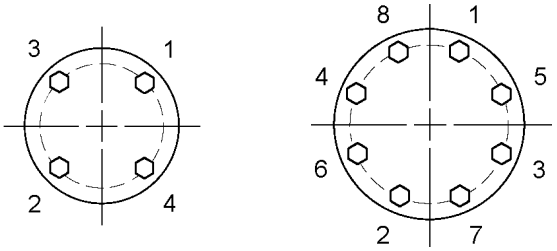


Ilustración 12d. Orden a seguir para apretar los pernos de la cubierta de agua y de las bridas.

Tamaño	Pares de apriete [N·m]			
	Acero de carbono, clase 8.8 / ASTM A193 B7			
	Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4
M 12	25	45	65	85
M 16	60	110	165	215
M 20	130	230	330	430
M 24	200	400	575	740

Tabla 1 Recomendación para los pares de apriete (los valores se basan en " pernos ligeramente lubricados").

4.5. SISTEMAS ICAF

El refrigerador puede verse afectado por la acumulación de suciedad marina (algas, mejillones, percebes y cualquier otro tipo de crustáceos) en las superficies del haz tubular. A la larga, esta acumulación limitaría y reduciría la transmisión de calor.

Estas indeseables incrustaciones de crecimiento biológico marino en el haz tubular se pueden reducir instalando un sistema antiincrustante (ICAF).

Un sistema ICAF es un sistema antiincrustante electrolítico. Está compuesto de varillas de cobre, ánodos y placas de acero de carbono, instaladas bajo el refrigerador (véase la ilustración 13).

Una unidad de alimentación instalada en la sala de máquinas mantiene una corriente menor (la corriente externa) entre los ánodos y los cátodos con el fin de liberar la cantidad mínima de iones de cobre requerida. Los iones de cobre se liberan y mezclan con el agua de mar en el interior de la toma de mar, desregulando el equilibrio del entorno cercano y eliminando por lo tanto el crecimiento biológico marino en el refrigerador.

Para simplificar la instalación, Duramax Marine® puede suministrarle su refrigerador con un sistema ICAF de corrosión y control de agua ya integrado (véase la ilustración 14a).

En este caso particular los ánodos de cobre están sujetos a una estructura fijada a su vez al refrigerador. Cada ánodo de cobre se suministra con un cable de 6 m. Los cables están protegidos por tubos (conductos) que pasan por la placa de tubos gracias a los pasamuros (véase la ilustración 14b).

Instale la unidad de alimentación y conecte los cables de acuerdo con lo especificado en el manual de instalación de *Corrosión y control de aguas bv*.

La instalación eléctrica deberá llevarse acabo única y exclusivamente por personal cualificado así como por técnicos electricistas.

¡No recubra las varillas de ánodos ni las placas catódicas!

Tenga en cuenta que los ánodos de cobre han sido diseñados para un ciclo específico de dique seco (por ejemplo un ciclo con una duración de 3 a 5 años).

Figura 13. Las varillas de cobre (ánodos) y placas de acero (cátodos) del sistema ICAF se han de instalar de forma individual en la toma de mar antes de proceder con la instalación del refrigerador.

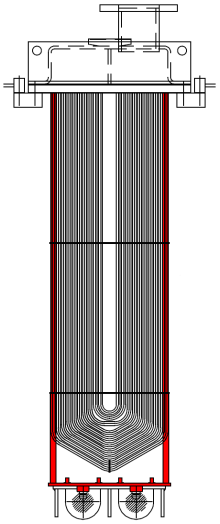


Ilustración 14a. Refrigerador con sistema ICAF integrado

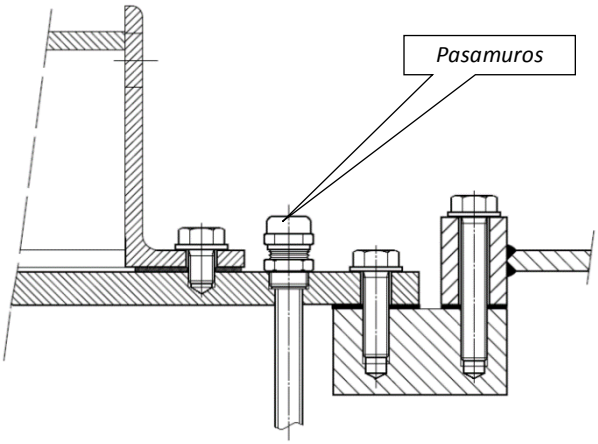


Ilustración 14b. Pasamuros y conductos para los cables del sistema ICAF conectando con los ánodos de cobre.

5. PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO

Funcionamiento en condiciones poco seguras

Una puesta en marcha y funcionamiento efectuada por personal no cualificado puede dar como resultado un funcionamiento peligroso, defectuoso y que además acelere la erosión.

- Únicamente el personal cualificado podrá instalar, poner en marcha y realizar el mantenimiento del refrigerador; dentro de este personal cualificado podemos encontrar ingenieros y electricistas.
- El refrigerador no deberá utilizarse antes de que se haya instalado por completo e inspeccionado tal y como se especifica en este manual.
- Mantenga las condiciones de funcionamiento dentro de los límites de diseño.

5.1. INSPECCIONE EL SISTEMA PARA COMPROBAR QUE LA INSTALACIÓN HA SIDO SATISFACTORIA

- ❑ Compruebe que todos los dispositivos de seguridad en el sistema (dispositivos limitadores de presión, sistema de control de temperatura) han sido instalados correctamente así como probados antes de la puesta en marcha.
- ❑ Verifique que todas las tuberías así como las uniones de las mismas han sido fijadas de forma adecuada y que cuentan con flexibilidad suficiente (véase la sección 4.3.1).
- ❑ Compruebe que las uniones de los pernos estén bien apretadas. Consulte la sección 4.4.4 para los pares de apriete. Verifique que no falta ningún perno o tuerca; verifique además que no hay ningún elemento roto.
- ❑ Compruebe también la instalación y el funcionamiento del sistema ICAF (cuando proceda).

5.2. PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO

No utilice el refrigerador fuera de su rango de especificación (presión de funcionamiento, velocidad de flujo, fluidos usados).

1) Abra la válvula de ventilación y rellene el refrigerador gradualmente con el fluido para el cual ha sido diseñado. **Reduzca al mínimo las tensiones, asegúrese de que la presión aumenta lentamente y que el refrigerador se calienta uniformemente.**
2) Permita que el aire del refrigerador así como el aire del sistema salga y luego cierre la válvula de ventilación.
3) Permita que el circuito presurice y abra la válvula de retorno de forma que el líquido pueda fluir.
4) Realice inspecciones periódicamente de la sección 6.1. **Durante el periodo inicial de funcionamiento, el sistema necesita ser inspeccionado más frecuentemente.**

En caso de un posible defecto, fugas o cuando las condiciones de funcionamiento no sean las establecidas dentro de los límites de diseño, apague el refrigerador inmediatamente.

Investigue la causa (véase la sección 7) y reinicie el refrigerador únicamente cuando los defectos hayan sido reparados por un ingeniero de mantenimiento cualificado.

5) Después de las primeras 8 a 10 horas de funcionamiento, apague el refrigerador (de acuerdo a las instrucciones de la sección 5.3) y vuelva a apretar todas las conexiones atornilladas (véase la sección 4.4.4).

5.3. PARADA

1) Detenga el equipo que se enfría por el líquido circulante.
2) **Espere hasta que el equipo se haya enfriado lo suficiente.**
   Esto es para evitar el sobrecalentamiento del refrigerador y del equipo que se enfría.
3) Detenga la circulación del líquido.

   Drene durante la parada para evitar la congelación

   El medio se expandirá cuando se congela y esto puede provocar que los tubos del refrigerador revienten y que las cubiertas de agua se deformen.

   Por lo tanto, drene el sistema cuando se prevé la congelación durante la parada. Purgue el agua de los tubos utilizando aire comprimido.

   Cuando se añade una cantidad adecuada de anticongelante al líquido estancado, el refrigerador no necesitará ser drenado (tenga en cuenta que añadir anticongelante puede afectar al rendimiento del refrigerador). Compruebe las especificaciones técnicas o póngase en contacto con Duramax Marine® para pedir consejo.)

   En el caso de que el sistema no tenga que ser drenado, mantenga el líquido circulante.

6. INSPECCIONES, MANTENIMIENTO Y REPARACIONES

Funcionamiento en condiciones poco seguras

Una inspección o mantenimiento inadecuados llevado a cabo por personal no cualificado puede dar como resultado un funcionamiento peligroso, defectuoso y que además acelere la erosión.

- Las inspecciones, mantenimiento y reparaciones del refrigerador debería ser efectuada únicamente por personal cualificado así como ingenieros y electricistas.
- Elabore un programa para una inspección, mantenimiento y limpieza regulares.
- Repare o corrija inmediatamente cada mal funcionamiento, defecto o fallo que puede generar un peligro.

Un funcionamiento seguro y sostenible así como un buen rendimiento del sistema solo será posible si se realizan inspecciones y tareas de mantenimiento frecuentemente.

Las inspecciones y mantenimiento/reparaciones consisten en:

1. Inspecciones regulares durante el funcionamiento del sistema
2. Inspecciones internas del haz tubular y de las conexiones de los mismos cuando existen fugas.
3. Inspecciones externas, limpieza del haz tubular y de la toma de mar cada vez que se entre en dique seco.
4. Limpieza/sustitución de los ánodos ICAF cada vez que se entre en dique seco (si procede).

6.1. INSPECCIONES DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El refrigerador y las tuberías conectadas pueden estar calientes al tacto. Compruebe la temperatura de la superficie cuidadosamente antes de tocar el refrigerador o las tuberías.

Realice inspecciones de forma regular [6] durante el funcionamiento del sistema:

- ❑ Compruebe que la **presión** no excede las limitaciones de presión para las cuales ha sido diseñado (véase la sección 2.4).
- ❑ Compruebe que la **temperatura del líquido** cumple con los valores esperados y está dentro de los límites permisibles de diseño. En el caso de que la temperatura de salida de líquido aumente a lo largo de periodos más prolongados, puede ser una indicación de que el refrigerador está sucio (interna o externamente). En dicho caso, se necesitarán más inspecciones y limpieza. Véanse las secciones 6.2 y 6.3.
- ❑ Compruebe la **velocidad de flujo.** Una velocidad de flujo (> 2,0 m/s) puede causar corrosión por erosión.
- ❑ Compruebe si todavía hay **aire atrapado** en el sistema. Con cuidado y lentamente abra la válvula de ventilación y purgue el sistema hasta que no escape más aire. Una purga del sistema es necesaria para garantizar la transmisión de calor y prevenir así los golpes de ariete.
- ❑ Verifique que no haya **fugas** o signos de fugas. Además de la observación directa, otros signos de fugas son la pérdida de presión, la pérdida de agua refrigerante y/o si el aire sigue entrando en el sistema.

  Tenga en cuenta que la fuga puede ser también al exterior del navío, ya que la presión en el sistema es mayor que la presión de agua de mar.

  Examine la causa (véase la sección 7) y repare las fugas cuando sea posible o póngase en contacto con Duramax Marine®.
- ❑ Compruebe el apriete de todas las **uniones atornilladas.** Verifique que no falta ningún perno o tuerca; verifique además que no hay ningún elemento roto. Sustitúyalos o reajustelos siempre que sea necesario (véase la sección 4.4.4).
- ❑ Inspeccione todas las superficies en busca de signos de **corrosión**, compruebe además las condiciones del **recubrimiento**. Preste especial atención a la placa superior de la estructura de montaje, ya que puede verse afectada por la erosión galvánica.

[6] Los intervalos entre las siguientes actividades de inspección y mantenimiento dependen de las condiciones de funcionamiento.

Después del mantenimiento o reparaciones, puede ser necesario aumentar la frecuencia de las inspecciones temporalmente.

6.2. INSPECCIÓN INTERNA Y CONEXIÓN DE TUBERÍAS

Fluidos calientes bajo presión

No extraiga las tuberías o cubiertas de agua hasta que:

- el sistema se haya apagado (véase la sección 5.3).
- el refrigerador se haya aislado del sistema de tuberías, por ejemplo cerrando las válvulas de servicio de la tubería de alimentación y retorno.
- el refrigerador y las tuberías conectadas se hayan enfriado hasta alcanzar una temperatura segura.
- se haya liberado la presión del refrigerador (abra lentamente la válvula de ventilación).
- se haya drenado todo el líquido que se encuentra en el interior del sistema.

Importantes fugas de agua

La placa de tubos de conexión de la placa superior está por debajo de la línea de flotación. El aflojamiento de los pernos del collar/tornillos Allen del haz tubular podría dar como resultado graves fugas de agua así como la ruptura de la integridad de la estanqueidad del buque.

¡NO EXTRAIGA EL HAZ TUBULAR O LOS PERNOS DEL COLLAR/TORNILLOS ALLEN CUANDO EL BUQUE ESTÉ A FLOTE!

Se podrá realizar una inspección interna de las tuberías cuando el buque esté a flote siempre y cuando los pernos del collar/tornillos Allen permanezcan asegurados.

1) Extraiga las tuberías de alimentación y retorno

2) Desmonte la cubierta de agua aflojando sus pernos y tuercas.

No afloje los pernos del collar/tornillos Allen

3) Eleve con cuidado la cubierta de agua (véase la sección 3.2)

   Extreme la precaución con el peso. Tenga cuidado de no dañar el recubrimiento, la junta o la superficie de las bridas.

4) Inspeccione el interior en busca de signos de suciedad o corrosión.

   (No se espera que la limpieza interna de los tubos sea necesaria debido a que el líquido debe estar condicionado y circula en un circuito cerrado.)

   Enjuague bien cada tubo por separado con un chorro de agua para comprobar si las tuberías están obstruidas en las curvas.

   Tubos obstruidos o exceso de suciedad reducirán la transmisión de calor y podrán contribuir a la corrosión interna de las tuberías, ya que los depósitos pueden retener elementos corrosivos.

   Cuando se requiere limpieza, consulte la sección 6.3.

   Tenga en cuenta que una limpieza interna requiere que se desmonte el haz tubular de la placa superior de la toma de mar, por lo tanto solo podrá realizarse en periodos de entrada en dique seco.

5) La extracción de la cubierta de agua permitirá la identificación de posibles fugas en las tuberías; dichas fugas darán como resultado la filtración de agua marina en las tuberías.

   Una reparación de emergencia se puede hacer conectando ambos extremos de las tuberías dañadas (con fugas).

   Duramax Marine® puede proporcionarle tapones de latón o pueden mecanizarse en latón (CuZn39Pb3). También, de forma alternativa, pueden fabricarse de madera. El uso de cualquier otro tipo de material puede dañar la placa de tubos.

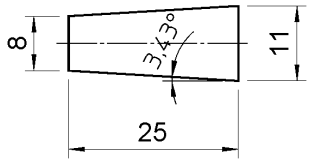


Figura 15. Las dimensiones de los tapones para tuberías CuZn20Al2 son de Ø 11 x 0,8 mm.

6) Tras las inspecciones o reparaciones, instale la cubierta de agua y las tuberías de acuerdo con las instrucciones proporcionadas en las secciones 4.3.4 y 4.4.

   Utilice juntas nuevas y no reutilice las antiguas.

7) Vuelva a poner en funcionamiento el refrigerador de acuerdo con las instrucciones de las secciones 5.1 y 5.2.

6.3. MANTENIMIENTO DURANTE CADA PERIODO EN DIQUE SECO

Para realizar la transmisión de calor continuamente y a máxima capacidad, ambas superficies, externas e internas, de transmisión de calor deberán mantenerse limpias y sin corrosión.

Inspeccione y limpie el haz tubular y la toma de mar cada vez que se entre en dique seco

6.3.1. Desmontaje del haz tubular

Para una inspección y limpieza externa, necesitará desmontar el haz tubular:

1) Extraiga la cubierta de agua de acuerdo con las instrucciones proporcionadas en la sección 6.2.

2) Para desmontar el haz tubular, afloje los pernos del collar.

   ¡No extraiga el haz tubular o los pernos del collar/tornillos Allen cuando el buque está a flote!

3) Apriete los pernos M16 en la capa de tubos (véase la sección 3.2).

4) Con extrema precaución y lentamente, levante o baje el haz tubular hacia el exterior de la toma de mar.

   Extreme la precaución con el peso. Tenga cuidado de no dañar el recubrimiento, la junta o la superficie de las bridas.

5) Desplace el haz tubular hacia el lugar en el que se vaya a realizar la inspección y la limpieza. Evite dañar los tubos y el recubrimiento. Colóquelo sobre una superficie blanda, por ejemplo una lámina de caucho.

6.3.2. Limpieza del haz tubular

- **Limpieza interna de las tuberías.** Cuando las tuberías tienen una suciedad excesiva en el interior o cuando las zonas curvas están obstruidas (véase también la sección 6.2), el haz tubular se podrá limpiar colocándolo en un contenedor con agua y productos químicos limpiadores.

  De manera alternativa, la limpieza puede ser efectuada mediante ultrasonidos.

  En el caso de que decida hacer uso de este método de limpieza, póngase en contacto con una empresa que se especialice en limpieza ultrasónica o química y/o en productos de limpieza. Proporcione a la empresa toda la información necesaria, con las características completas del agua utilizada, los materiales del refrigerador así como su uso.

  Siempre que lo necesite, póngase en contacto con Duramax Marine®, estaremos encantados de asesorarle.

- **Limpieza externa del haz tubular.** Una presencia excesiva de suciedad marina se traducirá en una reducción de la transmisión de calor.

  Cuando una limpieza sea necesaria, proceda como se especifica a continuación:

  1) Raspe el crecimiento marino en el exterior del haz tubular con un raspador de madera o de plástico o use un cepillo no metálico.

     Utilice un raspador de madera o plástico con un grosor máximo de 5 mm para realizar la limpieza entre los tubos.

     Evite dañar el recubrimiento de la superficie o la superficie de los tubos no recubiertos. NO use raspadores de metal o cepillos metálicos.

  2) Para los refrigeradores con recubrimiento: después de la limpieza mecánica, limpie el haz tubular con un limpiador de vapor regulado a una temperatura máxima de 120 °C.

     Luego, limpie el haz tubular durante 15 minutos con una solución de cloro (5 mg Cl por litro).

  3) Finalmente, enjuague el haz tubular a fondo con agua limpia sin calentar, utilizando un limpiador de alta presión a una presión máxima de 100 bar.

     En el caso de que decida hacer uso de cualquier otro método de limpieza, póngase en contacto con una empresa que se especialice en limpieza ultrasónica o química y/o en productos de limpieza. Proporcione a la empresa toda la información necesaria, con las características completas de los materiales del refrigerador así como su uso.

  4) Verifique si el recubrimiento duroplast del haz tubular está dañado (si procede)

     Un recubrimiento dañado (también pequeños daños) generará una aceleración de la erosión galvánica.

     Los daños menores pueden ser retocados por un kit de reparación especial de dos componentes; dicho kit se puede pedir y adquirir en Duramax Marine®. En el caso de que las zonas de mayor tamaño estén dañadas, se deberá aplicar recubrimiento a todo el haz tubular. En este caso, póngase en contacto con Duramax Marine®.

6.3.3. Tuberías dañadas

Cuando las tuberías estén dañadas, póngase en contacto con Duramax Marine® para pedir consejo.

6.3.4. Inspecciones y mantenimiento de la toma de mar

Limpie la toma de mar y busque señales de corrosión y daños en el recubrimiento que hayan podido ser ocultados por el crecimiento biológico marino (especialmente en la placa superior y en la estructura o marco de montaje).

Repare siempre que sea necesario para prevenir así la erosión galvánica.

Cuando se aplica una nueva capa de recubrimiento, **no cubra el haz tubular, los ánodos de cobre y las placas catódicas del sistema ICAF ni tampoco los ánodos consumibles** (si procede).

Inspeccione y limpie las ranuras de entrada y salida para garantizar un flujo de agua sin obstrucciones.

6.3.5. Limpie o sustituya los ánodos

Sustituya los ánodos de protección del sistema ICAF o límpielos hasta llegar al metal desnudo, en el caso de que un remplazo no sea necesario (consulte también los manuales del fabricante y siga todas las instrucciones de mantenimiento pertinentes).

6.3.6. Reinstalación de la cubierta de agua

Tras las inspecciones y servicio, instale el haz tubular y la cubierta de agua de acuerdo con las instrucciones proporcionadas en la sección 4.3.4 y 4.4.

Reemplace las juntas, no reutilice las antiguas.

Reemplace los pernos dañados.

6.3.7. Test de presión del refrigerador

Después de la reinstalación puede ser necesario realizar tests de presión en el refrigerador.

1) Ciegue las toberas con juntas de caucho del mismo tamaño (por ejemplo corte láminas de caucho) Realice una purga manual en el punto más alto para eliminar el aire que está presente en el sistema.

2) Rellene el refrigerador mediante un alimentador con un líquido adecuado, no corrosivo y sin calentar mientras que la válvula de ventilación está abierta. Cierre la válvula una vez se haya evacuado todo el aire.

3) Eleve la presión hasta alcanzar la presión de prueba indicada en la placa de identificación mediante el uso de una bomba adecuada. Use un medidor de presión debidamente calibrado para ajustar la presión correcta.

   Presurice el sistema durante 30 minutos (a temperatura ambiente).

¡No lo sobrecargue, no exceda el tiempo aconsejado!

4) Inspeccione el sistema en búsqueda de fugas, pérdida de presión mientras se encuentra bajo presión.

   No se puede permitir la aparición de fugas o deformaciones. En el caso de que aparezcan fugas deberán de ser reparadas (véase la sección 7).

5) Despresurice lentamente el refrigerador a presión atmosférica.

6) Abra la válvula de ventilación y drene el líquido por completo. Una vez finalizado, aclare cuando sea necesario.

6.3.8. Montaje de tuberías y volver a poner en marcha el refrigerador

1. Reinstale las tuberías de acuerdo con las instrucciones proporcionadas en la sección 4.7.
2. Reemplace todas las juntas por juntas nuevas, no reutilice las antiguas.
3. Vuelva a poner en funcionamiento el refrigerador de acuerdo con las instrucciones de las sección 5.1 y 5.2.

6.4. PEDIDO DE PIEZAS DE RECAMBIO

Pida piezas de recambio en Duramax Marine®. Las piezas de recambio deberán de ir acompañadas de la siguiente información:

- número de proyecto y de pedido,
- descripción completa (véanse las especificaciones técnicas de la placa de identificación),
- parte requerida (para obtener una descripción, consulte la documentación suministrada o la placa de identificación).

7. ANOMALÍAS

La solución de problemas solamente podrá ser realizada por personal debidamente capacitado y calificado

- ¡Observe todas las instrucciones de seguridad aplicables de este manual!
- Reparar o corregir inmediatamente cada mal funcionamiento, defecto o fallo que puede generar un peligro.

Consulte la sección 6 para obtener instrucciones relativas a la inspección y reparación.

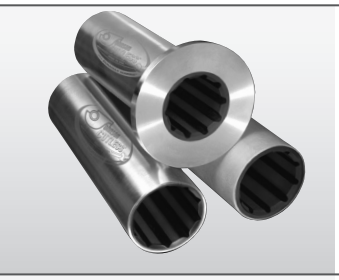
Anomalía	Posibles causas
Vibraciones excesivas y ruidos anormales	— aire atrapado en el refrigerador. Abra la válvula de ventilación y purgue todo el aire al exterior del sistema — fluctuaciones de presión en el medio en circulación, bomba defectuosa o inapropiada — transmisión de vibraciones o resonancias de las tuberías hacia el refrigerador (véase la sección 4.1.2)
Fugas en el refrigerador	— fugas en la tobera hacia las juntas de la cubierta de agua. Demasiada carga en las toberas, dilatación térmica o vibraciones en las tuberías. Póngase en contacto con Duramax Marine®. — tuberías defectuosas Selle las tuberías defectuosas en ambos extremos con tapones (véase la sección 6.2). — tuberías defectuosas, conexión de la capa de tubos. Póngase en contacto con Duramax Marine®. — fugas entre las bridas de las tuberías. Reajuste los pernos. Inspeccione las juntas en búsqueda de daños (véase la sección 4.4.4). — fugas entre la capa de tubos y la estructura o marco de montaje. Pernos insuficientemente apretados. Reajuste los pernos. — fugas entre la capa de tubos y la estructura o marco de montaje. Las superficies de las bridas de acoplamiento no son planas o su superficie está dañada (véase la sección 4.2). Reajuste los pernos (véase la sección 4.4.4). En el caso de que esto no funcione, póngase en contacto con Duramax Marine®. — presión y/o temperatura demasiado alta (véase la sección 5.2) — corrosión interna (póngase en contacto con Duramax Marine®) — utilización de juntas inapropiadas (véase secciones 4.3 y 4.4) — medio abrasivo o corrosivo (de limpieza) — daños por congelación (véase la sección 5.3) Después de aplicar las medidas correctivas necesarias, deberán llevarse a cabo tests de presión en el refrigerador para garantizar que no existen fugas, consulte la sección 6.3.7.
Capacidad insuficiente *(se puede determinar mediante una comprobación de las temperaturas del medio y el aire)*	— aberturas de las ranuras insuficientes o de tamaño inapropiado (véase la sección 4.1). — aire atrapado en la toma de mar — aparición de olas en la toma de mar (véase la sección 4.1) — (ranuras) toma de mar demasiado cerca de la hélice — refrigerador demasiado cerca de las paredes de la caja de aspiración de mar (póngase en contacto con Duramax Marine®) — montaje incorrecto de la cubierta de agua (véase la sección 4.3.4) — temperatura de entrada del medio o caudal superior a lo especificado — aire atrapado en el refrigerador. Abra la válvula de ventilación y purgue todo el aire al exterior del sistema — los tubos del refrigerador están recubiertos de suciedad, dañados u obstruidos (véanse las secciones 6.2 y 6.3) — crecimiento biológico marino en exceso sobre el haz tubular (véase la sección 6.3.2)
Corrosión	— daños en los recubrimientos (del haz tubular y/o en la toma de mar) — ánodos consumibles desgastados o no instalados. Póngase en contacto con Duramax Marine®, estaremos encantados de asesorarle. — corrientes parásitas. Instale los ánodos consumibles y/o póngase en contacto con Duramax Marine®.

8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Por favor consulte las especificaciones técnicas proporcionadas con los documentos que acompañan al pedido.

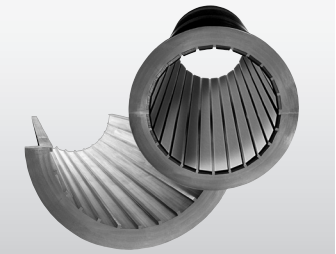
INNOVACIÓN. EXPERIENCIA. RESULTADOS.

En Duramax Marine® nos comprometemos a alcanzar un nivel de excelencia en cada uno de los productos que fabricamos. Nuestros rodamientos marinos e industriales Johnson Cutless,® intercambiadores de calor, sistemas de protección y sellado son conocidos en el mundo entero por su óptima calidad y rendimiento fiable. Póngase en contacto con la fábrica para obtener más información sobre cualquiera de los productos Duramax Marine®:



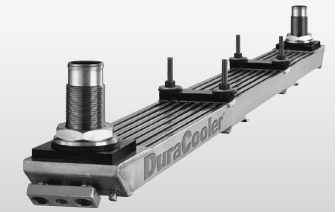
SISTEMAS DE RODAMIENTO LUBRICADOS POR AGUA JOHNSON CUTLESS®

Rodamientos bridados y de manguito Johnson Cutless®
Buje para timón DX 490



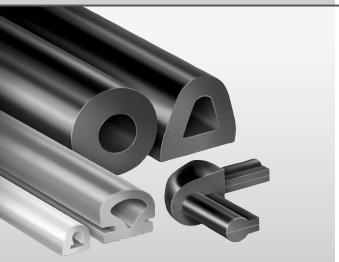
SISTEMAS DE RODAMIENTO LUBRICADOS POR AGUA DURAMAX®

Rodamientos en duela desmontables Johnson®
Rodamientos en duela y carcasas segmentales ROMOR®I
Rodamientos en arco parcial ROMOR® C-
Rodamientos con aleación de polímeros DMX®
Bujes y bujes pivotes, arandelas de empuje y almohadillas de protección Duramax® DuraBlue®
Sistemas de rodamiento para bombas industriales



SISTEMAS DE INTERCAMBIO DE CALOR DURAMAX®

Enfriador de quilla DuraCooler®
Enfriador de quilla desmontable Duramax®
Refrigeradores Duramax®
Intercambiador decalor de placas Duramax®



SISTEMAS DE PROTECCIÓN DURAMAX®

Defensas de muelle, guardalíneas y amarres de remolque Johnson®
Burletes de juntas para puertas, canaletas de ventanas y juntas para escotillas
Tablas de replanteo compuestas LINERITE®

SISTEMAS DE SELLADO DURAMAX®

Sistemas de sellado Duramax®
Prensaestopas de ventilación Johnson®
Prensa empaquetadora de alto rendimiento Duramax® Ultra-X®
Piezas de fundición y prensaestopas *"strong boy"* de Johnson®

©2015 Duramax Marine®
17990 Great Lakes Parkway
Hiram, Ohio 44234 EE. UU.

TELÉFONO +1.440.834.5400
FAX 1.800.497.9283 EE. UU. y Canadá
o +1.440.834.4950

info@DuramaxMarine.com
www.DuramaxMarine.com

Duramax Marine® es una empresa que cuenta con la certificación ISO 9001:2008

DURAMAX MARINE®